Signer:
CN=GIANOTTI SERGIO
C=IT
2.5.4.4=GIANOTTI
2.5.4.42=SERGIO
Public key:
RSA/2048 bits

ARUP

Amazon Data Services Italy srl

Progetto di Data Center Edificio A e Edificio B (Rho/Pero)

ADS Italy srl – Progetto di Data Center Edificio A e Edificio B (Rho/Pero)

Ottemperanza Condizioni Ambientali Decreto MASE 532/2025

Condizione ambientale n. 1

Reference: n/a

A |17 Ottobre 2025

This report takes into account the particular instructions and requirements of our client. It is not intended for and should not be relied upon by any third party and no responsibility is undertaken to any third party.

Job number 302720-70 | 302724-70

Ove Arup & Partners
Corso Italia 1
Milan, 20122
Italy
arup.com

ARUP

Document Verification

Project title	ADS Edificio A & Edificio B
Document title	ADS Edificio A & Edificio B _ Ottemperanza Condizioni Ambientali Decreto MASE 532/2025
Job number	302720-70 | 302724-70
Document ref	n/a
File reference	

Revision	**Date**	**Filename**			
A	17/10/2025	**Description**	ADS Edificio A & Edificio B _ Ottemperanza Condizioni Ambientali Decreto MASE 532/2025		
			Prepared by	**Checked by**	**Approved by**
		Name	AS AMC SC ACM AMBIENTE	SL	SL
		Signature			
		Filename			
		Description			
			Prepared by	**Checked by**	**Approved by**
		Name			
		Signature			
		Filename			
		Description			
			Prepared by	**Checked by**	**Approved by**
		Name			
		Signature			

Issue Document Verification with Document ✓

Ottemperanza Condizioni Ambientali Decreto MASE 532/2025

Indice

Premessa 4

1. Prescrizione n. 1 4

1.1 Ottemperanza 4

1. Analisi costi-benefici allaccio alla rete di teleriscaldamento 10

1.1 Assunzioni 10

1.2 Riferimenti 11

1.3 Metodo di calcolo 12

1.3.1 Risparmio idrico grazie al sistema di recupero di calore 13

1.3.2 Risparmio di energia immessa in atmosfera sotto forma di aria calda e umida 13

1.3.3 Consumi elettrici aggiuntivi dai ventilatori delle unità di trattamento aria 13

1.3.4 Consumi elettrici delle pompe di circolazione 14

1.3.5 Consumi elettrici delle pompe di calore 14

1.3.6 Calcolo dell'intensità carbonica 15

1.4 Conclusioni 16

Premessa

Il presente documento fa riferimento alle condizioni ambientali contenute nel decreto MASE 532/2025 di compatibilità ambientale del progetto [ID_VIP: 13213] Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 relativa al Progetto "Datacenter edificio A e edificio B Rho/Pero (MI)".

A riguardo si ricorda che il 29 novembre 2024, il Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro delle Imprese e del Made in Italy Adolfo Urso, ha deliberato la dichiarazione di preminente interesse strategico per il programma di investimento estero denominato "Regione AWS Europe (Milan) – Espansione" di Amazon Data Services Italy S.r.l. (AWS). La dichiarazione è stata emessa ai sensi dell'articolo 13, comma 1, del decreto-legge 10 agosto 2023, n. 104. Questa procedura consente di accelerare significativamente i processi autorizzativi per progetti ritenuti di importanza strategica nazionale. In particolare, l'Art. 8 comma 1bis del Testo Unico Ambiente, come modificato dal Decreto-legge 17 ottobre 2024, n. 153, garantisce la precedenza in sede di Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale ai progetti relativi ai programmi dichiarati di preminente interesse strategico nazionale ai sensi dell'articolo 13 del decreto-legge 10 agosto 2023, n. 104.

A seguire, la condizione ambientale per la quale viene richiesta la verifica dell'ottemperanza, viene suddivisa nelle singole richieste che la compongono (laddove multiple) e fornita puntuale risposta. Poiché i tempi di realizzazione dei due edifici (A e B) che compongono il campus Data Center non sono contemporanei (per maggiori dettagli si faccia riferimento alla timeline fornita durante l'istruttoria di VIA), si evidenzia che questa prima fase di verifica dell'ottemperanza delle condizioni ambientali è legata alle richieste da porre in atto prima dell'inizio dei lavori e riguarda esclusivamente l'edificio A.

1. Prescrizione n. 1

Macrofase	Fase	Ambito di applicazione	Termine per l'avvio della verifica di ottemperanza	Ente vigilante	Ente convolto
ANTE-OPERAM-	Fase propedeutica alla progettazione esecutiva	Aspetti progettuali	Prima dell'inizio dei lavori	MASE	Regione Lombardia

1.1 Ottemperanza

Il Proponente dovrà aggiornare l'elaborato SIA_All.8 - Relazione settoriale – Studio Traffico con i nuovi volumi di terre, riportando quale/i impianto/i di smaltimento è/sono stati scelti per conferire tutto il materiale di scavo. Il Proponente dovrà inoltre ricalcolare i quantitativi di materiali movimentati indicando i percorsi che minimizzino le interferenze con il tessuto urbano.

Come riportato nelle verifiche di ottemperanza n. 6 e 7, sono stati ricalcolati e forniti i nuovi volumi di terre che verranno smaltite; l'aggiornamento effettuato ha portato ad un affinamento dei dati con un valore superiore del 5% rispetto a quanto ipotizzato in sede di integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale.

Al momento è in corso la selezione degli impianti di smaltimento presso i quali verrà conferito il materiale, in modo da poter fornire con precisione i percorsi individuati, nell'ottica di ridurre al minimo le interferenze con il traffico locale e con il tessuto urbano in generale.

Si ricorda che, gli impianti di conferimento considerati nello Studio di Impatto Ambientale sono i seguenti:

- conferimento del materiale di scavo a impianto di recupero - Monvil Beton S.r.l., via dei Boschi 3, Pero (MI)
- conferimento del materiale di scavo come rifiuto - Recupera S.r.l., via Dritta 10, Montichiari (BS).

Poiché non è ancora stato rilasciato il Permesso di costruire, il General Contractor/impresa di costruzione non è stato ancora ufficialmente coinvolto. Una volta che il GC sarà coinvolto e saranno definitivamente identificati i siti di destino del materiale scavato si potranno definire dettagli più precisi relativi alla gestione dei lavori e sarà aggiornato lo studio di traffico.

Al fine di consentire la tracciabilità dei materiali interessati dall'escavazione e al fine di garantire una corretta gestione dei materiali di scavo, dovrà essere previsto un sistema di registrazione che consenta di verificare i quantitativi e la destinazione degli stessi. Il Proponente dovrà quindi trasmettere una relazione che descriva l'intera filiera percorsa dal materiale, sia a livello spaziale che temporale.

Le quantità di materiale vengono generalmente monitorate tramite sistemi di pesatura integrati negli escavatori di ultima generazione. Questi sistemi forniscono il peso di ogni carico della benna e il peso cumulativo di ogni ciclo di carico. Il materiale scavato rimane temporaneamente in sito in attesa del processo di caratterizzazione.

Le terre e rocce da scavo, qualificate come rifiuti, saranno gestite in conformità alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

La classificazione dei rifiuti sarà effettuata mediante l'attribuzione del corretto codice dell'EER — 17.05.04 o 17.05.03* — sulla base delle risultanze analitiche e delle caratteristiche merceologiche del materiale. L'analisi di caratterizzazione sarà eseguita al fine di definire le proprietà chimico-fisiche dei rifiuti e di verificarne l'ammissibilità presso impianti di recupero, trattamento o smaltimento autorizzati. Tale analisi comprenderà la raccolta di informazioni di natura merceologica (origine, composizione, stato fisico) e analitica (test di cessione, analisi chimiche con set analitico appropriato e verifica della presenza di amianto). Gli esiti delle prove di laboratorio consentiranno di confermare la corretta classificazione del rifiuto e di individuare l'impianto di conferimento più idoneo nel rispetto della normativa vigente e delle condizioni di sicurezza ambientale.

Il deposito temporaneo di cui all'articolo 183, comma 1, lettera bb) del D.Lgs. 152/2006, sarà effettuato tramite il raggruppamento e il deposito preliminare alla raccolta presso il sito di produzione, nel rispetto di quanto previsto dall'articolo 23 della Parte IV del medesimo decreto. Le operazioni di deposito saranno quindi gestite secondo una delle seguenti modalità alternative:

- con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità accumulate; oppure
- al raggiungimento di un volume complessivo di 4.000 m^3, di cui non oltre 800 m^3 costituiti da rifiuti pericolosi.

In ogni caso, la durata del deposito temporaneo non potrà superare un anno.

Le operazioni di deposito saranno condotte nel rispetto delle norme tecniche di settore, garantendo la corretta gestione dei materiali e la prevenzione di qualsiasi rischio di contaminazione delle matrici ambientali.

Le destinazioni designate sono impianti di smaltimento autorizzati e i trasferimenti vengono registrati utilizzando il Modulo di Identificazione del Rifiuto (FIR), in linea con le procedure standard di gestione dei rifiuti.

Il registro viene mantenuto aggiornato per consolidare i dati FIR, fornendo una panoramica complessiva.

Il Proponente dovrà inoltre, nella fase di sviluppo progettuale finalizzata all'autorizzazione:

- trasmettere un prospetto di raffronto per poter verificare la scelta dei generatori selezionati sulla base della potenza nominale, continua e di picco degli stessi rispetto alla potenza definita da progetto

La determinazione della quantità di generatori di emergenza e della capacità di potenza installata totale per il proposto Data Center segue un approccio analitico completo basato su diversi fattori critici di ingegneria e operativi direttamente correlati alle caratteristiche dimensionali della struttura.

Il carico IT critico del data center, che costituisce la base dei calcoli di dimensionamento dei generatori, è determinato dalla capacità IT totale della sala computer della struttura e dal carico meccanico, aumentato dai requisiti di potenza per l'infrastruttura di raffreddamento. Il fabbisogno di potenza totale del sito, combinato con la ridondanza per l'alimentazione di emergenza, determina direttamente il numero di generatori necessari. Il numero specifico di generatori viene calcolato dividendo la capacità di potenza di backup totale necessaria per la capacità dell'unità generatore standard, quindi aggiungendo due unità Catcher/Reserve aggiuntive per ottenere la ridondanza richiesta, più un generatore con potenza inferiore per supportare carichi da ufficio non critici e carichi di sistemi di gestione degli edifici e di sicurezza. Standardizziamo su unità di generatori motore da 2,8 MW standby rating nelle nostre regioni IEC per prestazioni motore approvate per accettazione e capacità di presa di gradini di carico, efficienza operativa e ottimizzazione della manutenzione. Il progetto pone l'accento sull'efficienza energetica attraverso la moderna tecnologia dei generatori, la sequenza di installazione intelligente e sistemi di controllo avanzati per un utilizzo e un consumo di carburante ottimali.

- effettuare una puntuale analisi costi-benefici rispetto all'allaccio alla rete di teleriscaldamento, vista la vicinanza ad una rete esistente, con importanti effetti mitigativi dell'impatto dell'impianto a fini energetici

Per valutare la convenienza dell'allaccio del datacenter alla rete di teleriscaldamento è stata effettuata un'analisi costi benefici preliminare. Questa ha considerato i costi energetici e le relative emissioni equivalenti di CO_2 derivanti dall'aggiunta dell'impianto di recupero di calore attraverso una batteria ad acqua inserita nei sistemi di ventilazione dello sviluppo, confrontandoli con i benefici legati al calore recuperato, oltre ai risparmi di acqua industriale e al minore calore emesso in atmosfera, limitando l'effetto isola di calore locale.

I valori di intensità carbonica ottenuti, in termini di kgCO2e/kWh,th sono stati confrontati con i valori delle reti di teleriscaldamento più prossime, ossia quelle di Milano Nord e Milano Ovest, per giudicarne l'impatto ambientale complessivo.

Il recupero di calore ottenibile è stato stimato pari a 6.6 MW termici, pari a circa il 13%% della potenza IT del datacenter A e sono stati considerati due scenari alternativi: Invernale e Annuale.

Nel primo scenario (Scenario Invernale), il recupero è sfruttabile esclusivamente nel periodo di riscaldamento, nelle condizioni in cui la temperatura esterna è inferiore a 15.5°C. Nel secondo scenario (Scenario Annuale), invece, si assume che il recupero sia sfruttabile durante tutto l'arco dell'anno, ipotizzando una richiesta continua di calore.

I consumi aggiuntivi relativi al sistema sono stati attribuiti a ventilatori (consumo aggiuntivo legato all'inserimento di una nuova batteria di recupero, con conseguente aumento delle perdite di carico), pompe di circolazione del fluido termovettore e pompe di calore di innalzamento temperatura. Data l'incertezza legata alla presente fase progettuale, le pompe di calore per il sollevamento della temperatura sono state analizzate con due separati scenari di temperatura in uscita: media temperatura (75°C) e alta temperatura (100°C).

Si evidenzia che il valore di intensità carbonica risultante per il sistema di recupero è stato calcolato considerando solo le emissioni operative, escludendo il carbonio incorporato relativo all'installazione dei sistemi aggiuntivi.

I risultati sono riportati in Tabella 1 di seguito riportata.

Tabella 1 - Intensità carbonica del sistema di recupero di calore, in base agli scenari di riferimento e temperature operative

Scenario	Scenario Invernale Recupero di Calore da 15/10 a 15/04	Scenario Annuale Recupero di Calore da 01/01 a 31/12
Allaccio a rete di teleriscaldamento con innalzamento temperatura a 100°C (Alta)	85 kgCO2e/MWh,th	68 kgCO2e/MWh,th
Allaccio a rete di teleriscaldamento con innalzamento temperatura a 75°C (Media)	79 kgCO2e/MWh,th	59 kgCO2e/MWh,th

Si riportano, inoltre, le intensità carboniche di riferimento dei sistemi di teleriscaldamento vicini, con i quali è stato effettuato il confronto.

- Milano Ovest: 53 kgCO2e/MWh,t (anno 2024)
- Milano Nord: 175 kgCO2e/MWh,t (anno 2023)

Questi dati evidenziano come, in presenza di una rete con fattore emissivo elevato (175 kgCO2e/MWh,t), il recupero di calore possa rappresentare una soluzione di gran lunga più sostenibile (da -51% a -65%), risultando invece poco superiore alla rete con fattore emissivo più basso (53 kgCO2e/MWh,t).

Inoltre, i fattori emissivi relativi al calore recuperato e ceduto alla rete di teleriscaldamento sono stati calcolati considerando il fattore emissivo medio dell'elettricità del 2024 (229 kgCO2e/MWh,el, riferimento CRREM v2.06): ne risulta che tali valori in futuro diminuiranno (si rimanda all'allegato per la trattazione di dettaglio).

Infine, considerando l'impegno del proponente ad acquistare solamente energia elettrica da fonti rinnovabili, raggiunto nel 2023 a livello globale, si può aggiornare il calcolo dei fattori emissivi annullando l'impatto delle emissioni in carico al proponente (consumi aggiuntivi ventilatori e pompe di circolazione). In base ai differenti scenari (Annuale e Invernale e Alta e Media temperatura) il decremento del fattore emissivo varia tra il 50% e il 25%.

Oltre ai fattori emissivi relativi al calore recuperato si può considerare nei benefici del sistema di recupero di calore anche la riduzione dell'uso dell'acqua industriale per il sistema di raffrescamento evaporativo. Il recupero di calore, infatti, riduce la temperatura del flusso d'aria in entrata dalla data hall, diminuendo il numero di ore in cui il sistema di raffrescamento evaporativo si rende necessario. In base ai calcoli preliminari la riduzione del consumo di acqua è pari a 12500 m^3 di acqua industriale, tralasciando i risparmi energetici per le pompe di circolazione del sistema di raffrescamento evaporativo e il minore consumo derivante dal non passaggio dell'aria attraverso il sistema di raffrescamento evaporativo e conseguenti minori perdite di carico, diminuendo parzialmente i maggiori consumi energetici derivanti dall'introduzione del sistema di recupero calore e della relativa caduta di pressione aggiuntiva.

Infine, il recupero di calore, sia nello scenario Invernale e Annuale, riduce il calore immesso in atmosfera indirizzandolo ad utenze che invece lo possono usare correttamente, riducendo l'effetto isola di calore nella zona interessata dallo sviluppo. Risulta particolarmente rilevante il recupero di calore nella stazione estive, nello scenario Annuale, dato che in tal caso si evita l'emissione di aria calda e umida (T~39°C, UR~45%) per un calore totale non emesso in atmosfera di 739 MWh termici.

Il recupero di calore risulta quindi fattibile e implementabile all'interno dello sviluppo del proponente, con una prestazione allineata se non migliore in termini di fattori emissivi rispetto alle esistenti reti di teleriscaldamento, ottenendo inoltre un minor consumo di acqua industriale e una riduzione dell'effetto dell'isola di calore, specialmente nella stagione estiva. I maggiori consumi energetici per il proponente sono parzialmente bilanciati dai risparmi relativi al minor uso del sistema di raffrescamento evaporativo nella stagione estiva.

Ulteriori dettagli economici, manutentivi e di affidabilità, oltre alla precisa compatibilità in termini di temperature con la domanda termica dei potenziali utilizzatori, potrà essere analizzata con maggiore dettaglio nelle successive fasi autorizzative, anche in seguito al coinvolgimento di ulteriori soggetti come il gestore della rete di teleriscaldamento ed eventuali grandi consumatori (come la Fiera di Milano Rho).

Tutte le assunzioni, i calcoli e i relativi risultati di dettaglio esposti nella presente integrazione sono riportati nell'Allegato al presente documento.

- prevedere l'alimentazione dei motori con HVO, prescrizione a valere anche per la fase di esercizio

Si conferma che i motori dei generatori verranno alimentati con HVO nella fase di esercizio del Data Center. Il sistema manterrà la possibilità di alimentare i generatori con il tradizionale carburante diesel in caso di mancata disponibilità di mercato del carburante HVO.

- approfondire l'opportunità di sistemi di abbattimento SCR

Si conferma la decisione di adottare i sistemi di abbattimento SCR.

È previsto un conseguente aggiornamento della modellazione delle emissioni in atmosfera che verrà presentato e condiviso in sede di AIA. In tale documento si provvederà anche a fornire risposta alla richiesta di Regione Lombardia non contenuta nelle condizioni ambientali e relativa a maggiori precisazioni e approfondimenti circa la mappatura delle emissioni in atmosfera contenuta nello studio sulle emissioni in atmosfera consegnato durante la procedura di VIA.

Il proponente dovrà rivalutare le soluzioni cromatiche anche in relazione alla necessità di evitare riscaldamento degli edifici e dispersione di calore e generazione dell'effetto "isola di calore", privilegiando la messa a dimora specie arboree sia nelle aree interne che perimetra

Le cromie in progetto per i rivestimenti degli edifici sono state valutate in maniera congiunta con le Commissioni Paesaggio dei Comuni di Rho e Pero anche sulla base anche delle cromie già presenti nei Permessi di Costruire originari, che prevedevano rivestimenti sui toni del verde e del grigio con alcuni inserti di colore rosso.

In conformità ai pareri favorevoli rilasciati dai due Comuni in relazione alle richieste di Giudizio di Impatto preliminare ai fini paesaggistici (rif. Fascicolo 949/2024, prat. 707/2024 per il Comune di Rho; rif. Pratica PP/2024/00005 per il Comune di Pero), la scelta finale della finitura dei rivestimenti sarà definita sulla base di campionature e mock-up al vero, da sottoporre per valutazione alle Commissioni Paesaggio dei due Comuni prima dell'inizio dei lavori.

Il proponente dovrà apporre su tutte le superfici riflettenti appositi elementi anche figurativi (sagome e altro) idonei a evitare la collisione dell'avifauna

All'interno del progetto presentato non risultano presenti barriere o altre superfici riflettenti che necessitino dell'apposizione di elementi figurativi di prevenzione della collisione dell'avifauna.

Il proponente dovrà implementare ove possibile la messa in opera di pannelli fotovoltaici per contribuire a contenere i consumi energetici dei data center

L'implementazione di pannelli fotovoltaici, garantendo il rispetto dei requisiti del D.Lgs 199/2021, è stata massimizzata considerando le aree in copertura disponibili e la copertura dei posteggi auto attraverso pensiline fotovoltaiche. Non è stato possibile incrementare ulteriormente il numero di pannelli per non ridurre le aree permeabili del progetto, che sono già allineate ai limiti di legge, e per il rispetto delle normative in termini di prevenzione al fuoco.

In aggiunta, per incrementare ulteriormente la produzione fotovoltaica si sono scelti pannelli fotovoltaici bifacciali, capaci di generare energia elettrica anche grazie all'irraggiamento riflesso dalle superficie orizzontali (copertura e pavimentazioni) verso il retro del pannello.

Allegato

1. Analisi costi-benefici allaccio alla rete di teleriscaldamento

1.1 Assunzioni

L'analisi si concentra sulla stima dei consumi e delle emissioni di carbonio legate all'infrastruttura necessaria per il recupero del calore dal Data Centre in oggetto (in questa analisi, *costi*), confrontandoli con la configurazione di riferimento priva di tale impianto. A valle del calcolo dell'intensità carbonica associata al nuovo sistema, questa è stata successivamente comparata con il relativo valore delle reti di teleriscaldamento urbano (TLR) più prossimo, al fine di valutarne l'efficacia in termini di riduzione delle emissioni di CO_2, insieme alle esternalità positive come il risparmio idrico e la riduzione dell'effetto isola di calore (*benefici*).

I benefici vengono quindi sintetizzati in dei valori indicativi, come segue:

- Litri d'acqua risparmiati grazie al sistema di recupero termico, grazie alla minore attivazione del sistema di raffrescamento evaporativo, in l;
- Riduzione dell'effetto isola di calore dovuto alla quantità di aria calda e umida (temperatura pari a ~39°C, umidità relativa pari a ~45%) non immessa in atmosfera nella stagione estiva grazie alla minore attivazione del sistema di raffrescamento evaporativo, in MWh.
- Risparmio in termini di emissioni di carbonio espresse come rapporto tra energia consumata dal sistema ipotizzato ed emissioni risparmiate grazie al recupero termico, in kgCO2e/MWh,th;

Tutte le analisi di seguito presentate sono basate su calcoli effettuati utilizzando dati climatici IWEC2 della stazione meteorologica di Milano Linate, senza quindi considerare l'impatto del cambiamento climatico futuro. Si evidenzia, infine, che in questa analisi si assume come dato la presenza di enti terzi (gestori ed energy provider) in grado di prelevare tutta l'energia termica recuperata.

Nel calcolo dei costi, sono stati considerati i consumi aggiuntivi legati alla presenza delle batterie di scambio all'interno del sistema di trattamento aria (UTA), che comportano quindi un aumento delle perdite di carico, e un conseguente aumento dei consumi dei ventilatori.

Allo stesso modo, sono stati considerati, all'interno dei costi, i consumi relativi alle pompe di circolazione, necessarie al trasporto del fluido termovettore fino all'impianto di sollevamento della temperatura.

Pur essendo eventuale oggetto di discussione, si assume che tutto il costo operativo delle pompe di calore di innalzamento della temperatura siano in capo al proponente. Per il consumo delle pompe di calore sono stati analizzati due scenari (*High* e *Medium*) in base alla temperatura di innalzamento dell'acqua richiesta dal funzionamento dell'impianto di TLR:

- TLR_{High}: la pompa di calore innalza la temperatura dell'acqua in uscita dallo scambiatore da 25°C a 100°C (ΔT=75°C) con un'efficienza (COP) uguale a 3.
- TLR_{Medium}: la pompa di calore innalza la temperatura dell'acqua in uscita dallo scambiatore da 25°C a 75°C (ΔT=50°C) con un COP uguale a 4.5.

La differenza di temperatura dell'acqua a valle della batteria preposta al recupero di calore è stata assunta pari a 6°C. Questo valore risulta conservativo in quanto massimizza la portata necessaria, e quindi i relativi consumi.

In sintesi, i consumi aggiuntivi, o costi, provengono da:

- Un maggior consumo dei ventilatori delle unità di trattamento aria;
- Pompe di circolazione del circuito ad acqua dopo lo scambiatore;
- Pompe di calore che innalzano la temperatura dell'acqua in uscita dallo scambiatore.

La potenza IT del data center è pari a 50 MW. Assumendo un Energy Reuse Factor (ERF) conservativo, legato alla fase di progetto preliminare, tra 10% e 15% risulta possibile recuperare 6.6 MW di energia termica.

Al fine di garantire un'analisi esaustiva, sono stati considerati due scenari separati in termini di ore di funzionamento. Il primo scenario (*Scenario Invernale*) garantisce un allineamento tra l'offerta di calore e la domanda termica dei potenziali utilizzatori, limitando le operazioni di recupero di calore al periodo di riscaldamento (15 ottobre - 15 aprile) ed esclusivamente nelle condizioni in cui la temperatura esterna risulta inferiore a 15.5°C. Questa scelta assicura che il confronto tra produzione e utilizzo di calore avvenga in un arco temporale rappresentativo delle condizioni più favorevoli al recupero. Il secondo scenario (*Scenario Annuale*) assume che il calore sia recuperabile durante tutto l'anno, ossia che la domanda di calore sia costante. Questa ipotesi potrebbe essere valida nei casi di eventuali consumatori permanenti (ad es.: impianti sportivi, ospedali, edifici o complessi industriali, etc.), oppure di utilizzo da parte dell'energy provider di assorbitori, in grado di generare freddo.

1.2 Riferimenti

In base ai dati di progetto, ai dati recepiti dal proponente tramite schede tecniche e da esperienza pregressa, sono stati assunti i seguenti dati di input:

Table 2 - Dati di input per il calcolo

Dati di Input		
Potenza totale IT (edificio A)	50	MWe
Energy Reuse Factor (ERF)	13%	-
Potenza recuperabile (edificio A)	6.6	MWe
Temperatura di funzionamento	<15.5	°C
Perdita prevalenza batteria recupero ingaggiata	125.00	Pa
Perdita prevalenza bypass	40.00	Pa
Unità Trattamento Aria		
Portata ventilatori	44.10	m3/s
Potenza ventilatori senza raffr. evaporativo, senza batteria di recupero	27.60	kW
Potenza ventilatori con raffr. evaporativo, senza batteria di recupero	31.10	kW
Numero ventilatori	96 + 4	-
Potenza ventilatori senza raffr. evaporativo, con batteria di recupero	34.20	kW
Potenza ventilatori con raffr. evaporativo, con batteria di recupero	38.10	kW
Pompe di circolazione		
ΔT (acqua)	6.00	°C
Efficienza motore e organo meccanico	0.80	-
Perdite distributite	87.50	kPa
Perdite Scambiatori	80.00	kPa
Perdite concentrate (40% del totale)	35.00	kPa
Pannelli evaporativi		
Volumi d'acqua necessari al funzionamento	31.00	l/s
Temperatura esterna di attivazione	> 28.80	°C

Considerando la prossimità del progetto alle due reti di Milano Nord e Milano Ovest, i risultati ottenuti dall'analisi del recupero di calore sono stati confrontati con i due rispettivi dati di intensità carbonica. I valori

delle reti di teleriscaldamento sono stati forniti da A2A rispettivamente per il periodo 2023 e 2024, e sono assunti pari a:

- TLR Milano Nord: 53.21 kgCO2e/MWh,th;
- TLR Milano Ovest: 174.55 kgCO2e/MWh,th.

Infine, per valutare l'impatto dei consumi elettrici aggiuntivi si è considerato un valore di intensità carbonica pari 229.00 kgCO2e/MWh,el. Questo valore corrisponde al dato della rete elettrica in Italia al 2024, come definito da CRREM v.2 e riportato in Figure 1. L'anno di riferimento è stato selezionato per essere confrontabile con i dati forniti da A2A.

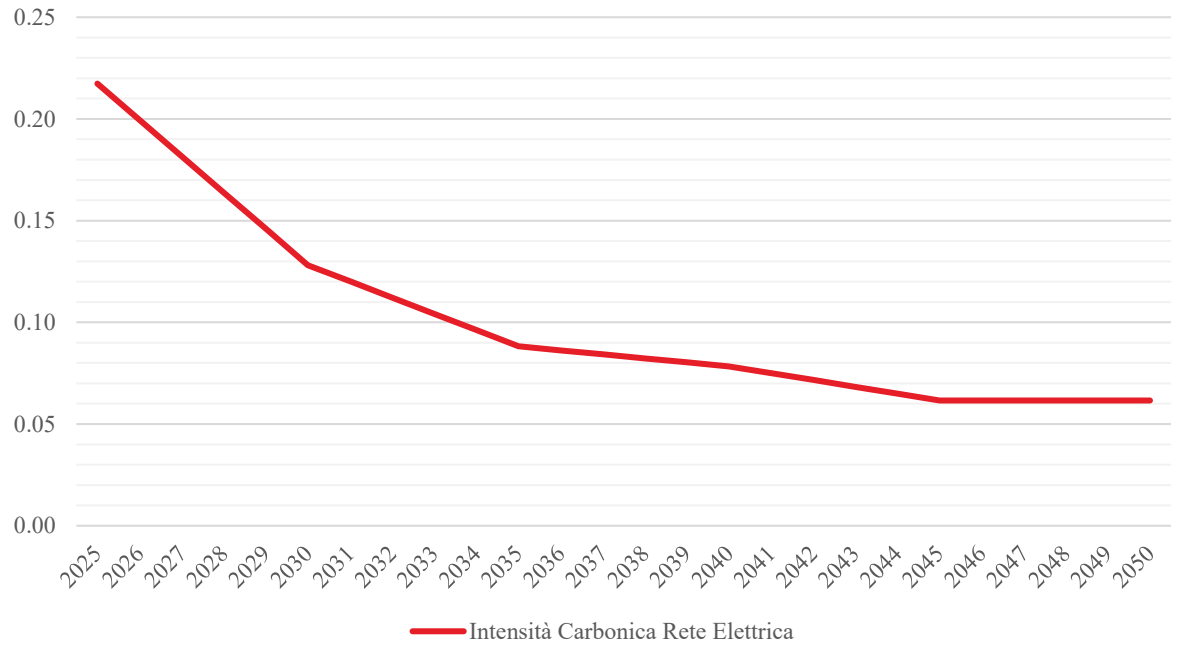

Figure 1 - Intensità carbonica della rete elettrica nazionale (CRREM v2.0)

Tutti i calcoli sono basati sui dati sopra riportati, secondo le metodologie e le formule indicate di seguito. Tutte le assunzioni saranno da verificare nelle successive fasi di progetto.

1.3 Metodo di calcolo

Per il calcolo delle emissioni del sistema di recupero di calore, inteso come il rapporto tra le emissioni di carbonio aggiuntive per unità di energia recuperata, sono stati seguiti i seguenti passaggi, dettagliati nei successivi paragrafi:

1. Calcolo dei volumi d'acqua necessari all'umidificazione dell'aria in ingresso per il raffrescamento della data hall;
2. Calcolo orario della potenza recuperabile;
3. Calcolo dei volumi d'acqua risparmiabili grazie al sistema di recupero di calore;
4. Calcolo dell'energia associata alle emissioni di aria calda e umida (temperatura pari a ~39°C, umidità relativa pari a ~45%) non immessa in atmosfera nella stagione estiva grazie al sistema di recupero di calore;
5. Calcolo dei consumi elettrici aggiuntivi dai ventilatori delle UTA dovuti alla batteria di recupero;
6. Calcolo dei consumi elettrici derivanti dall'utilizzo delle pompe di circolazione, per portare il fluido termovettore dalla batteria alla pompa di calore;

7. Calcolo dei consumi elettrici derivanti dall'utilizzo di pompe di calore per l'innalzamento della temperatura a 75°C o 100°C per l'immissione in rete;
8. Calcolo dell'energia termica ceduta alla rete;
9. Calcolo delle emissioni di carbonio associate ai consumi elettrici aggiuntivi;
10. Calcolo dell'indice di intensità carbonica annuale.

Di seguito si descrivono nel dettaglio i passaggi principali.

1.3.1 Risparmio idrico grazie al sistema di recupero di calore

Il sistema allo stato attuale di progetto prevede l'umidificazione dell'aria quando la temperatura esterna è maggiore di T_{Hum} = 28.8°C. Per fare ciò, sono necessari 31 l/s di acqua che bagna il pannello evaporativo.

A valle di un calcolo annuale risulta che il pannello di raffrescamento si rende utile per 112 ore/anno, comportando un consumo d'acqua pari a 12.5 milioni di litri d'acqua.

Partendo dalla formula in Equation 1, e noti i dati di potenza recuperata, calore specifico e densità dell'aria, è stato possibile calcolare la differenza di temperatura a monte e a valle della batteria di recupero.

Equation 1

$$P = \dot{m} \cdot cp \cdot \Delta T$$

Calcolato il valore di ΔT = 5.36°C e sapendo che $T_{Hum} + \Delta T$ = 34.16°C è sempre maggiore della temperatura esterna, risulta che tutta l'acqua utilizzata per il raffrescamento evaporativo può essere risparmiata.

Questo comporta, nel solo Scenario Annuale, un risparmio di 12.5 milioni di litri d'acqua all'anno. Nello Scenario Invernale, questo risparmio è nullo, dato che in estate il recupero è disattivato.

1.3.2 Risparmio di energia immessa in atmosfera sotto forma di aria calda e umida

L'energia associata all'immissione in atmosfera di aria con temperatura pari a circa 39°C e umidità relativa di 45% nel periodo estivo, dovuta al raffrescamento evaporativo del sistema di progetto, viene calcolata come potenza recuperata moltiplicata per il numero di ore di funzionamento del pannello di raffrescamento evaporativo.

Noto che il pannello è attivo per 112 ore/anno, e che la potenza recuperata è di 6.6 MW, l'energia risparmiata associata all'immissione in atmosfera di aria calda e umida nello Scenario Annuale è pari a 739.20 MWh.

1.3.3 Consumi elettrici aggiuntivi dai ventilatori delle unità di trattamento aria

Tali consumi, costanti per ogni ora dell'anno, sono stati calcolati sottraendo la potenza dei ventilatori per il datacenter con l'aggiunta della batteria di recupero (pari a 34.2 kW, e 38.1 kW con pannello evaporativo) con quella della configurazione senza recupero (pari a 27.6 kW, e 31.1 kW con pannello evaporativo), poi moltiplicata per il numero di ventilatori pari a 100.

Nei due scenari i ventilatori avranno potenze diverse in base alle ore di funzionamento, in particolare, nello Scenario Invernale:

- Nel 50.14% delle ore, il recupero di calore sarà funzionante, richiedendo una potenza dei ventilatori pari a 38.10 kW.
- Nel restante 49.86% delle ore, i ventilatori richiedono una potenza di 34.2 kW.

Il consumo totale dei ventilatori è quindi pari a 31.67 GWh, di cui 5.96 GWh aggiuntivi richiesti dal sistema a recupero di calore.

Nello Scenario Annuale, invece, si assume che la potenza dei ventilatori necessaria sia costantemente pari a 27.6 kW.

Il consumo totale dei ventilatori sarà quindi pari a 29.96 GWh, di cui 5.78 GWh aggiuntivi.

1.3.4 Consumi elettrici delle pompe di circolazione

I consumi delle pompe di circolazione, attive in entrambi gli Scenari, solo nei periodi in cui il recupero di calore è attivo, sono stati calcolati per ogni ora come indicato in Equation 2.

Equation 2

$$P = \dot{m} \cdot \Delta P$$

Dove:

- P è la potenza delle pompe in kW,el
- $\dot{m}$ è la portata massica di acqua in kg/s.
- ΔP è la perdita di pressione totale in Pa.

La portata massica è stata calcolata a partire dalla potenza termica recuperata conoscendo la differenza di temperatura dell'acqua. La perdita di pressione totale è stata calcolata sommando i contributi delle perdite concentrate della batteria di recupero e dello scambiatore e le perdite distribuite lungo i tubi di scorrimento dell'acqua, come definiti nel Paragrafo 1.2.

Assumendo che la portata d'acqua sia costante nel periodo di recupero, l'energia consumata dalle pompe di circolazione sarà pari a:

- Scenario Invernale: 0.24 GWh
- Scenario Annuale: 0.51 GWh

1.3.5 Consumi elettrici delle pompe di calore

I consumi delle pompe di calore sono stati stimati dividendo la potenza termica recuperata per il COP della macchina ipotizzata, come riportato nel Paragrafo 1.1, e indicato in Equation 3.

Equation 3

$$P_{Pdc,TLR\ High} = \frac{P_{IT}}{COP_{TLR\ High}} = \frac{6{,}600\ kW,el}{3} = 2{,}200\ kW,el$$

$$P_{Pdc,TLR\ Medium} = \frac{P_{IT}}{COP_{TLR\ Medium}} = \frac{6{,}600\ kW,el}{4.5} = 1{,}467\ kW,el$$

Dove:

- $P_{Pdc,TLR\ High}$ è la potenza delle pompe di calore per lo scenario TLR High in kW,el
- $P_{Pdc,TLR\ Medium}$è la potenza delle pompe di calore per lo scenario TLR Medium in kW,el
- P_{IT} è la potenza IT del Data Centre in kW,el
- $COP_{TLR\ High}$ è il COP per lo scenario TLR High
- $COP_{TLR\ Medium}$ è il COP per lo scenario TLR Medium

Assumendo che la potenza IT del data center sia costante nel periodo di recupero, l'energia consumata dalle pompe di calore sarà pari a:

- Scenario Invernale: 9.28 GWh (TLR high), 6.19 GWh (TLR medium)
- Scenario Annuale: 19.27 GWh (TLR high), 12.85 GWh (TLR medium)

1.3.6 Calcolo dell'intensità carbonica

In fine, è stata calcolata l'intensità carbonica per i due scenari riportati convertendo i consumi elettrici aggiuntivi in emissioni di CO2 utilizzando il fattore di intensità carbonica per l'elettricità della rete nazionale dell'anno 2024 secondo il CRREM versione 2 (0.229 kg CO2/kWh).

Equation 4

$$CF_{TLR\ High} = \frac{E_{a,TLR\ High}}{E_r}$$

$$CF_{TLR\ Medium} = \frac{E_{a,TLR\ Medium}}{E_r}$$

Dove:

- $CF_{TLR\ High}$ è l'intensità carbonica del sistema recupero di calore nello scenario TLR High in $kgCO_{2e}$/MWh,th
- $CF_{TLR\ Medium}$ è l'intensità carbonica del sistema recupero di calore nello scenario TLR Medium in $kgCO_{2e}$/MWh,th
- $E_{a,TLR\ High}$ sono le emissioni correlate ai consumi aggiuntivi nello scenario TLR High del sistema recupero di calore in tonnellate di CO_2
- $E_{a,TLR\ Medium}$ sono le emissioni correlate ai consumi aggiuntivi nello scenario TLR Medium del sistema recupero di calore in tonnellate di CO_2
- E_r è l'energia termica recuperata totale in MWh,th

Le intensità carboniche del sistema recupero di calore per i diversi scenari risultano quindi:

- Scenario Invernale: 84.86 $kgCO_{2e}$/MWh,th (TLR high), 79.22 $kgCO_{2e}$/MWh,th (TLR medium)
- Scenario Annuale: 68.42 $kgCO_{2e}$/MWh,th (TLR high), 60.03 GWh (TLR medium).

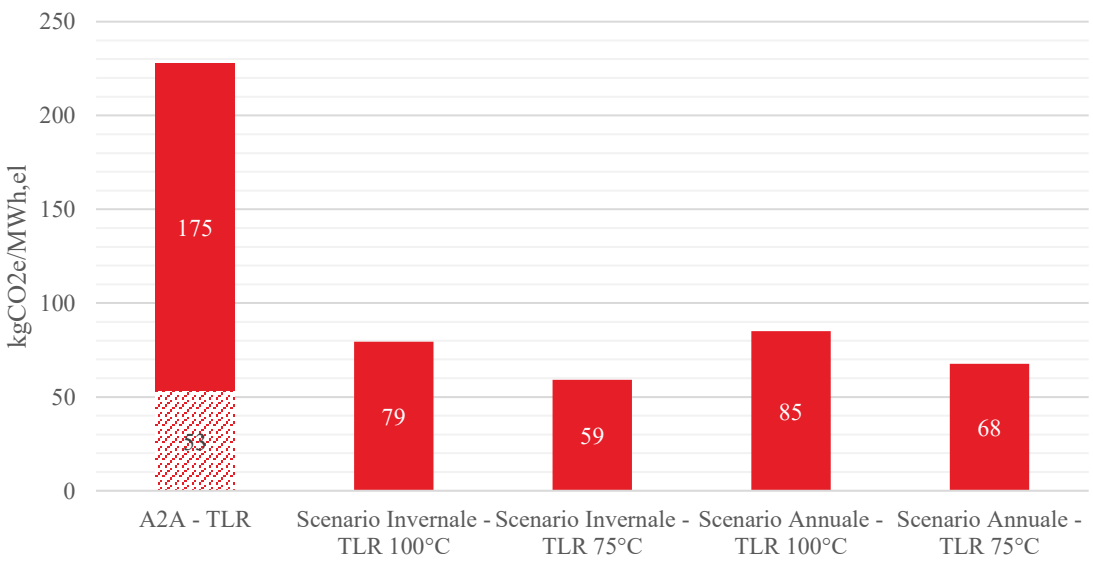

Figure 2 - Intensità carbonica al 2024 nei diversi scenari in analisi

1.4 Conclusioni

In base all'analisi condotta e con le assunzioni riportate nel Paragrafo 1.1, sono riportati nei grafici sottostanti l'energia consumata e l'intensità carbonica dell'edificio da proposta progettuale corrente, con recupero di calore a 100°C e a 75°C.

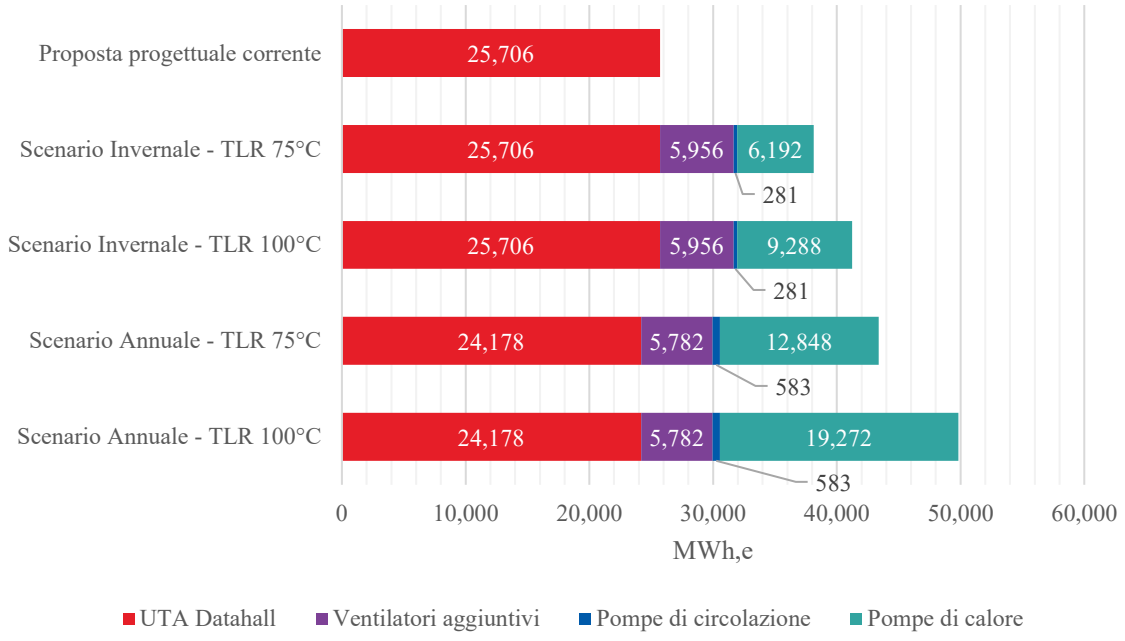

Figure 3 - Confronto consumi di energia elettrica negli scenari in analisi

Dal punto di vista mensile, nei due Scenari in analisi, si può notare come i consumi aggiuntivi siano marginali, in particolare nello Scenario Invernale, rispetto al consumo elettrico del sistema attuale, come riportato in

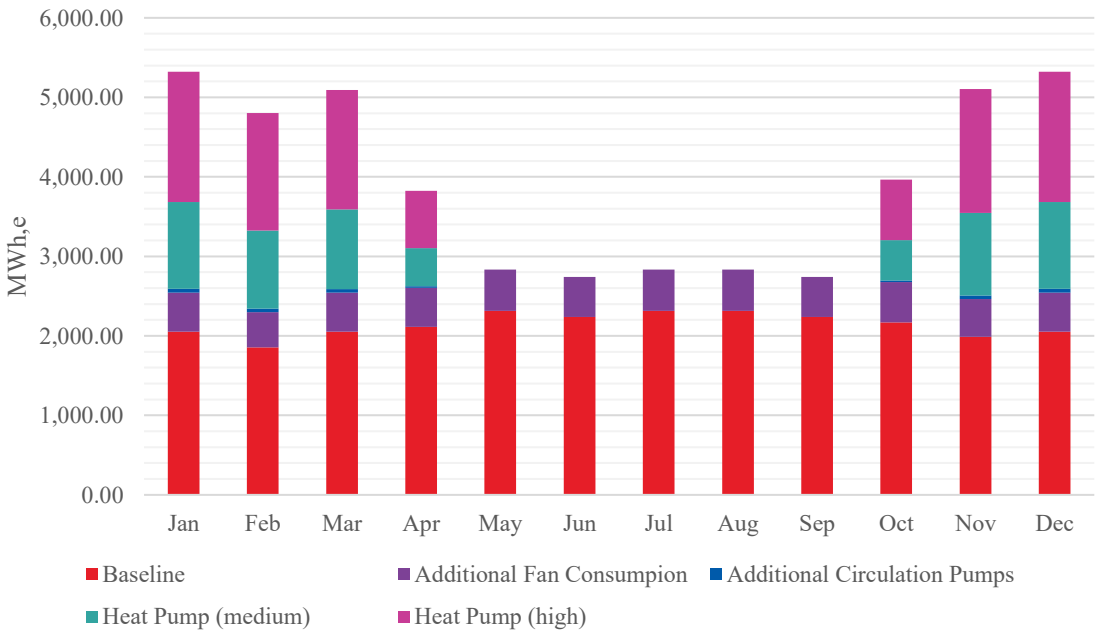

Figure 4 - Consumi elettrici mensili per elementi, Scenario Invernale

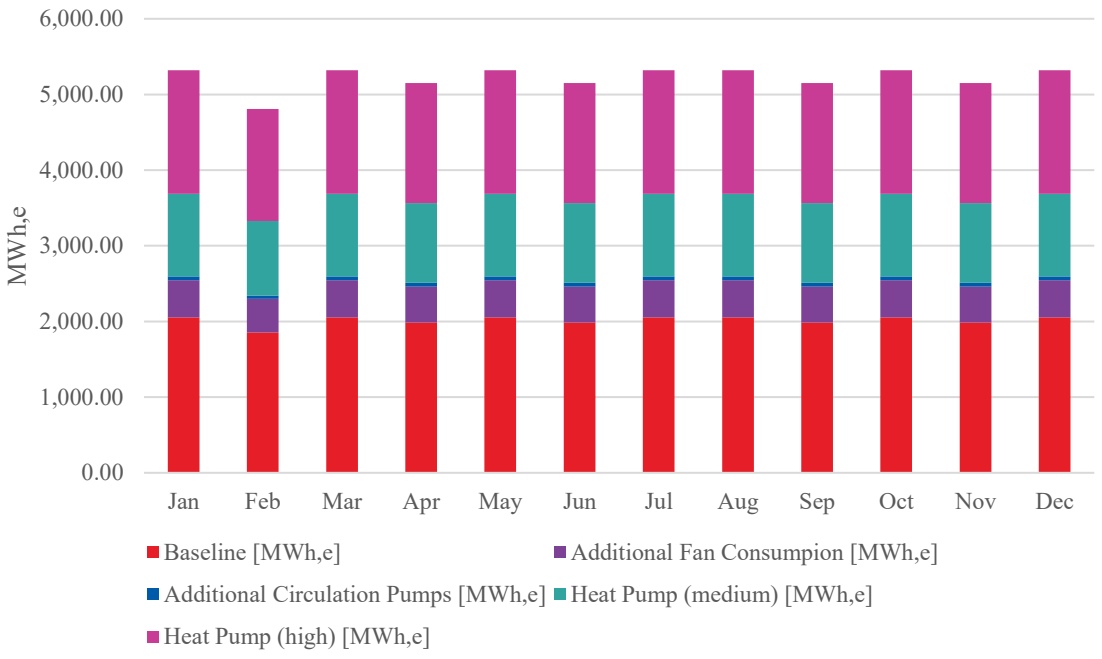

Figure 5 - Consumi elettrici mensili per elementi, Scenario Annuale

È possibile notare, che nello Scenario Annuale i consumi elettrici aumentano, nonostante l'intensità carbonica diminuisca. Questo è legato al rapporto tra aumento consumi elettrici e aumento dell'energia termica recuperata.

Si evidenzia che il calcolo dell'intensità carbonica è strettamente legato al fattore temporale e alla decarbonizzazione della rete nazionale. Come riportato in Figure 6, si nota che l'intensità carbonica del sistema a recupero di calore diventa minore delle reti TLR già dopo pochi anni.

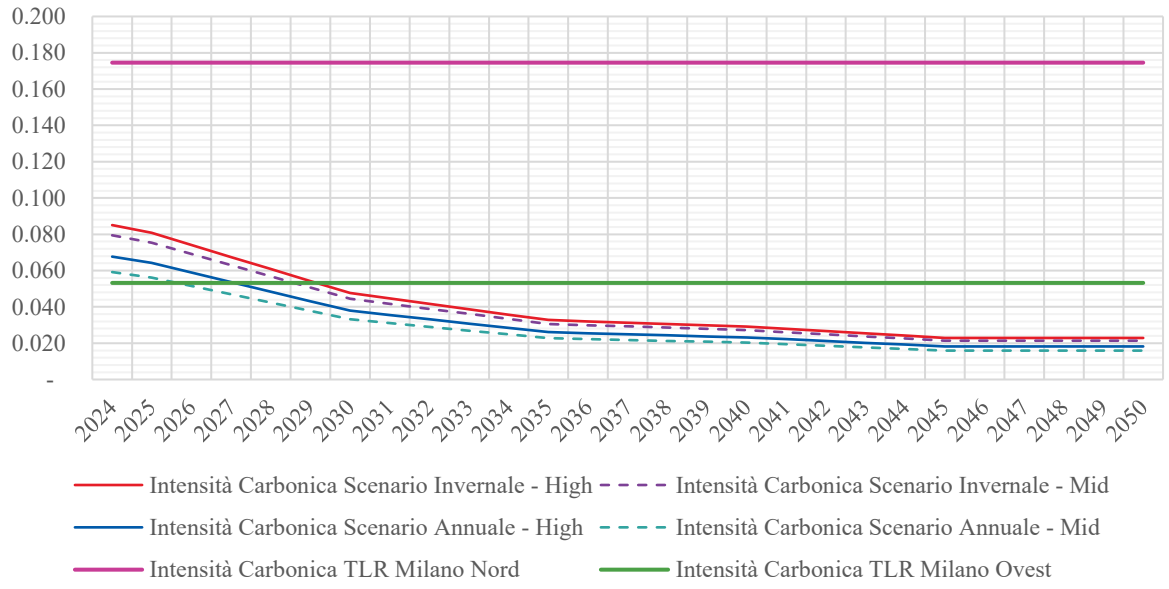

Figure 6 - Intensità carbonica dei vari scenari, confrontato con i valori relativi al teleriscaldamento locale